

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0044852
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 07월 03일
Date of Application JUL 03, 2003

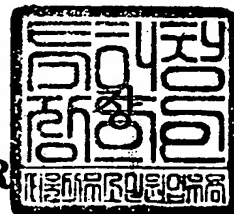
출원인 : 삼성전자주식회사
Applicant(s) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.



2003 년 07 월 11 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0006
【제출일자】	2003.07.03
【국제특허분류】	H01L
【발명의 명칭】	하이브리드형 저 유전율 물질과 탄소가 없는 무기 충전재를 사용하는 미세 전자 소자의 듀얼 다마신 배선의 제조 방법
【발명의 영문명칭】	Fabrication method of dual damascene interconnections of microelectronics device using hybrid low k material and carbon free inorganic filler
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	2003-003435-0
【대리인】	
【성명】	정상빈
【대리인코드】	9-1998-000541-1
【포괄위임등록번호】	2003-003437-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이경우
【성명의 영문표기】	LEE, Kyoung Woo
【주민등록번호】	730807-1804827
【우편번호】	150-778
【주소】	서울특별시 영등포구 신길4동 삼성아파트 102-202
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이수근
【성명의 영문표기】	LEE, Soo Geun
【주민등록번호】	670717-1929411

【우편번호】	442-707
【주소】	경기도 수원시 팔달구 망포동 벽산아파트 117-1602
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박완재
【성명의 영문표기】	PARK, Wan Jae
【주민등록번호】	690625-2026112
【우편번호】	442-470
【주소】	경기도 수원시 팔달구 영통동 롯데@ 945-313
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김재학
【성명의 영문표기】	KIM, Jae Hak
【주민등록번호】	670507-1459912
【우편번호】	138-200
【주소】	서울특별시 송파구 문정동 62-5번지 현대아파트 1207호
【국적】	KR
【우선권주장】	
【출원국명】	KR
【출원종류】	특허
【출원번호】	10-2002-0043477
【출원일자】	2002.07.24
【증명서류】	첨부
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 이영필 (인) 대리인 정상빈 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	31 면 31,000 원
【우선권주장료】	1 건 26,000 원
【심사청구료】	52 항 1,773,000 원
【합계】	1,859,000 원

1020030044852

출력 일자: 2003/7/14

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 우선권증명서류 및 동 번역문_1통

【요약서】**【요약】**

듀얼 다마신 영역이 형성되는 절연막은 유전율 3.3 이하의 하이브리드형 절연막으로, 비아 충전재는 탄소가 없는 무기물로 형성하는 듀얼 다마신 배선 제조 방법이 제공된다. 전기적 특성이 향상되고 결함이 발생하지 않는 듀얼 다마신 배선 제조 방법이 제공된다.

【대표도】

도 10

【색인어】

듀얼 다마신, 하이브리드형 저유전율막, 유기 실리케이트 글래스, HSQ

【명세서】**【발명의 명칭】**

하이브리드형 저 유전율 물질과 탄소가 없는 무기 충전재를 사용하는 미세 전자 소자의 듀얼 다마신 배선의 제조 방법{Fabrication method of dual damascene interconnections of microelectronics device using hybrid low k material and carbon free inorganic filler}

【도면의 간단한 설명】

도 1a 내지 도 1c는 종래의 듀얼 다마신 배선 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들 및 SEM(ScanningElectronMicroscope) 사진이다.

도 2 내지 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 듀얼 다마신 배선 제조 방법을 설명하기 위한 단면도들이다.

도 14a, 도 14b, 도 15a, 도 16a 및 도 17a 내지 도 19는 본 발명에 따른 듀얼 다마신 배선 제조 방법이 적용되는 테스트 샘플을 SEM 또는 TEM으로 관찰한 사진들이고, 도 15b 및 도 16b는 종래의 방법이 적용되는 대조 샘플을 SEM 또는 TEM으로 관찰한 사진들이다.

도 20 내지 도 24는 본 발명에 따른 듀얼 다마신 배선 제조 방법에 의해 제조된 소자의 전기적 특성들을 측정한 그래프들이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <5> 본 발명은 미세 전자 소자(microelectronic device)에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 미세 전자 소자의 듀얼 다마신 배선의 제조 방법에 관한 것이다.
- <6> 미세 전자 소자의 고성능화 및 고집적화를 위해서 다층 배선 구조가 널리 적용되고 있다. 다층 배선 구조를 채택한 소자를 신뢰도 있게 구현하기 위해서는 각 배선층을 전체적으로 평탄하게 형성해야 한다. 이를 위해 듀얼 다마신 배선이 적용되기 시작했다.
- <7> 한편, 미세 전자 소자의 고성능화를 위해서 디자인 룰이 $0.18\mu\text{m}$ 이하 나아가 90nm 까지 감소함에 따라 나타나는 RC 신호지연(RC delay)과 상호 간섭(cross talk) 및 전력 소비(power consumption)의 증가를 해결하기 위해서는 층간 절연막을 저유전율 물질(low-k dielectric material)로 대체해야 한다.
- <8> 따라서, 저유전율의 층간 절연막을 사용하여 듀얼 다마신 배선을 형성할 수 있는 기술에 대한 요구가 증대되고 있다.
- <9> 듀얼 다마신 배선 제조 방법은 미국특허 제6,057,239호 및 P.Jiang, et al., 등의 논문(J.Vac. Sci. Technol. A19 (2001) p.1388)에 개시되어 있다. 그러나, 미국특허 제6,057,239호는 유전율이 4 - 4.3인 산화막을 층간절연막으로 사용하는 듀얼 다마신 배선 제조 방법만을 개시하고 있다.
- <10> P.Jiang, et al., 등의 논문은 트렌치 식각 및 세정 공정시 식각 정지막이 식각되어 하부 배선이 노출되어 전기적 특성이 불량해지는 것을 방지하기 위하여 트렌치 식각

전에 비아를 바닥 반사 방지막 등의 유기 충전재(filler)로 채우는 방법에 대해서 개시하고 있다. 그런데 유기 충전재와 포토레지스트 패턴이 모두 유기물이므로 이 둘의 식각율이 거의 유사하여 층간절연막 위에 형성된 유기 충전재 식각시 포토레지스트 패턴도 거의 제거된다. 그 결과 실제 트렌치를 형성하기 위한 층간 절연막 식각시 포토레지스트 패턴이 식각마스크로서의 기능을 제대로 수행하지 못한다. 따라서, 이를 방지하기 위하여 도 1a에 도시되어 있는 바와 같이 포토레지스트패턴(22)을 형성하기 전에 유기 충전재(20)를 에치-백하여 비아(19) 내에만 유기 충전재(20)가 남도록 해야 하기 때문에 공정이 복잡하다. 또, 유기 충전재(20)와 저유전율 층간 절연막(18)의 식각율 차이로 인해 도 1b의 점원(24)으로 도시되어 있는 바와 같이 유기 충전재(20) 측벽에 저유전율 층간 절연막(18)이 식각되지 않고 잔류하게 된다. 이는 도 1c에 도시되어 있는 바와 같이 펜스(fence) 형태의 결함(26)을 발생시킨다. 도 1a 및 도 1b에서 미설명 부호 10은 기판을, 12는 하부 층간절연막을, 14는 하부 배선을, 16은 식각 정지막을 각각 나타낸다.

<11> 반면, 펜스 결함(26) 형성을 방지하기 위하여 유기 충전재(20)를 오버 에치-백하여 비아(19)의 일부 영역만 유기 충전재(20)로 채울 경우에는 비아 밀도가 높은 영역과 비아 밀도가 낮은 영역에서 포토레지스트막의 두께 편차가 심하게 되고 그 결과 사진식각 공정시 초점 심도(DOF) 마진이 감소한다.

<12> 또, 포토레지스트 패턴(22)을 형성하기 위한 노광 공정시 층간 절연막(18)으로부터 아민등의 염기성 물질이 유기 충전재(20)를 통해 포토레지스트막으로 전달되어 포토레지스트 패턴이 손상(photoreisist poisoning)되는 문제점이 있다.

<13> 따라서, 저유전율의 층간 절연막 내에 전기적 특성을 유지하면서 듀얼 다마신 배선을 신뢰성 있게 제조하는 방법의 개발이 요구된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<14> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 저유전율의 층간 절연막 내에 듀얼 다마신 배선을 신뢰성 있게 제조할 수 있는 방법을 제공하고자 하는 것이다.

<15> 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 무 결함의 듀얼 다마신 배선 제조 방법을 제공하고자 하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<16> 상기 기술적 과제들을 달성하기 위한 본 발명의 실시예는 (a)기판 상에 유전율 3.3 이하의 하이브리드형 절연막을 형성하는 단계; (b) 절연막내에 비아를 형성하는 단계; (c) 비아를 탄소가 없는 무기물 충전재로 채우는 단계; (d) 비아를 매립한 무기물 충전재와 절연막을 일부 식각하여 비아와 연결되고 배선이 형성될 트렌치를 형성하는 단계; (e) 비아에 잔류하는 무기물 충전재를 제거하는 단계; 및 (f) 트렌치 및 비아를 배선 물질로 채우는 단계를 포함한다.

<17> 상기 기술적 과제들을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시예에서는 (a)기판 상에 유기 실리케이트 글래스막을 형성하는 단계; (b) 유기 실리케이트 글래스막내에 비아를 형성하는 단계; (c) 비아를 HSQ계 충전재로 채우는 단계; (d) 비아를 매립한 HSQ계 충전재와 유기 실리케이트 글래스막을 일부 식각하여 비아와 연결되고 배선이 형성될 트렌치를 형성하는 단계; (e) 비아에 잔류하는 HSQ계 충전재를 제거하는 단계; 및 (f) 트렌치 및 비아를 배선 물질로 채워서 배선을 완성하는 단계를 포함한다.

- <18> 바람직하기로는 유기 실리케이트 글래스막은 화학 기상 증착법으로 형성한다.
- <19> 상기 기술적 과제들을 달성하기 위한 본 발명의 또 다른 실시예에서는 (a)기판 상에 하부 배선을 형성하는 단계; (b) 하부 배선 상에 식각 정지막을 형성하는 단계; (c) 식각 정지막 위에 화학 기상 증착법으로 유기 실리케이트 글래스막을 형성하는 단계; (d) 유기 실리케이트 글래스막을 관통하여 식각 정지막을 노출시키는 비아를 형성하는 단계; (e) 비아를 HSQ계 충전재로 채우는 단계; (f) HSQ계 충전재 표면을 플라즈마 처리하는 단계; (g) 플라즈마 처리된 HSQ계 충전재 표면 위에 반사방지막을 형성하는 단계; (h) 반사방지막, 비아를 매립한 HSQ계 충전재와 유기 실리케이트 글래스막을 일부 식각하여 비아와 연결되고 배선이 형성될 트렌치를 형성하는 단계; (i)비아에 잔류하는 HSQ계 충전재를 제거하는 단계; (j) 비아에 노출된 식각 정지막을 식각하여 하부 배선을 노출시키는 단계; 및 (k) 트렌치 및 비아를 배선 물질로 채워서 배선을 완성하는 단계를 포함한다.
- <20> 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다. 따라서, 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.

<21> 본 발명의 실시예들에서는 층간 절연막을 하이브리드형 저유전율 물질로 형성할 것이다. 하이브리드형 저유전율 물질은 저유전율 특성을 가지는 유기물의 장점과 기존의 실리콘 산화막의 구조가 일부 변형된 형태로 기존의 장비 및 공정을 크게 변화시키지 않고도 사용할 수 있으며 열적 안정성도 뛰어난 무기물의 장점을 모두 겸비한 저유전율 물질이다. 특히, 유전율이 3.3 이하인 하이브리드형 저유전율 물질로 층간 절연막을 형성함으로써 RC 신호지연을 방지하고 상호 간섭 및 전력 소비의 증가를 억제할 것이다.

<22> 본 발명의 실시예들에서는 비아 충전재를 깎 필 능력이 우수하고, 식각 방법 및 조건에 따라 저유전율 층간 절연막과 실질적으로 동일한 식각율을 나타낼 수도 있고 역으로 매우 큰 식각 선택비를 나타낼 수도 있는 물질로 형성할 것이다. 특히, 비아 충전재를 탄소가 없는 무기 물질로 형성함으로써 건식 식각시는 층간 절연막과 실질적으로 동일하게 식각되고, 습식 식각시는 층간 절연막에 비해 매우 빠른 속도로 식각되는 것이 가능하도록 할 것이다. 또, 질소 또는 아민 등의 염기성 물질에 대해서 장벽막 역할을 할 수 있는 물질로 비아 충전재를 형성할 것이다. 본 발명의 특정한 실시예들에서는 비아 충전재를 흡광 물질 또는 포토레지스트막의 현상액에 대한 용해 억제제(dissolution inhibitor)를 포함하는 물질로 형성할 것이다. 상기한 특성들을 가진 물질로 비아 충전재를 형성함으로써 하부 배선을 보호하는 식각 정지막이 손상되지 않고, 포토레지스트 손상(poisoning)이 발생하지 않으며, 사진 식각 공정시 초점심도 마진이 향상되고, 듀얼 다마신 배선의 전기적 특성에 치명적인 영향을 미치는 펜스 등의 결함이 발생하지 않으며, 트렌치의 폭도 임계 치수도 그대로 유지할 수 있는 신뢰도 높고 강건한(robust) 듀얼 다마신 배선 제조 방법을 제공할 것이다.

- <23> 본 발명의 듀얼 다마신 배선 제조 방법이 적용되는 소자는 고집적회로 반도체 소자, 프로세서, MEM's(Micro Electro Mechanical) 소자, 광전자 (optoelectronic) 소자, 디스플레이 소자(display device) 등의 미세 전자 소자이다. 특히, 본 발명의 듀얼 다마신 배선 제조 방법은 고속 특성이 요구되는 CPU(CentralProcessor Unit), DSP(Digital Signal Processor), CPU 와 DSP의 조합, ASIC(Application Specific Integrated Circuit), 로직 소자, SRAM 등에 더욱 유용할 것이다.
- <24> 이하 본 발명의 실시예들에서는 하부 배선을 노출시키는 개구부를 비아라 칭하고 배선이 형성될 영역을 트렌치라 칭한다. 또, 미스얼라인이 발생하더라도 비아의 크기가 그대로 유지될 수 있는 방법인 비아 선행(via first) 듀얼 다마신 배선 제조 방법을 예로 들어 듀얼 다마신 배선 제조 방법을 설명할 것이다.
- <25> 이하 도 2 내지 도 13을 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 듀얼 다마신 배선 제조 방법에 대해서 설명한다.
- <26> 먼저, 도 2에 도시되어 있는 바와 같이 듀얼 다마신 배선 제조 방법이 적용될 기판(100)을 준비한다. 듀얼 다마신 배선 제조 방법이 적용될 기판(100) 위에는 하부 배선(110)을 구비하는 하부 층간절연막(105)이 형성되어 있다. 기판(100)으로는 실리콘 기판, SOI(Silicon On Insulator) 기판, 갈륨 비소 기판, 실리콘 게르마늄 기판, 세라믹 기판, 석영 기판, 또는 디스플레이용 유리 기판 등을 예로 들 수 있다. 기판(100) 상에는 다양한 종류의 능동 소자 및 수동 소자 등을 포함할 수 있다. 하부 배선(110)은 다양한 종류의 배선 물질, 예컨대, 구리, 구리 합금, 알루미늄, 알루미늄 합금 등으로 이루어질 수 있다. 저저항 관점에서 하부 배선(110)은 구리로 형성되는 것이 바람직하다. 하부 배선(110)의 표면 또한 평탄화되어 있는 것이 바람직하다.

- <27> 도 3을 참조하면, 하부 배선(110)이 형성되어 있는 기판(100) 전면에서 식각 정지막(120), 저유전율 층간 절연막(130), 캡핑막(140)을 차례대로 형성한 후, 캡핑막(140) 위에 비아를 정의하는 포토레지스트 패턴(145)을 형성한다.
- <28> 식각 정지막(120)은 후속의 비아 형성을 위한 건식 식각 공정시 그리고 트렌치 형성 후 잔류하는 충전재 제거를 위한 습식 식각 공정시 하부 배선(110)이 식각 공정에 노출되어 전기적 특성이 손상되는 것을 방지하기 위하여 형성한다. 따라서, 식각 정지막(120)은 그 위에 형성되는 층간절연막(130)에 대한 식각 선택비가 큰 물질로 형성한다. 바람직하기로는 식각 정지막(120)은 유전율이 4-5 인 SiC, SiN, SiCN 등으로 형성한다. 식각 정지막(120)의 두께는 전체 층간 절연막의 유전율에 미치는 영향을 고려하여 가능한 최소화되 식각 정지막(120)으로서의 기능을 수행하기에 충분한 두께로 형성한다.
- <29> 층간 절연막(130)은 유기물의 저유전율 특성과 기존의 장비 및 공정을 그대로 사용할 수 있으며 열적 안정성이 뛰어난 무기물의 특성을 모두 가진 하이브리드형 저유전율 물질로 형성한다. 하부 배선(110)과 형성하고자 하는 듀얼 다마신 배선 간의 RC 신호 지연을 방지하고 상호 간섭 및 전력 소비의 증가를 억제하기 위해서 층간 절연막(130)은 유전율이 3.3 이하인 하이브리드형 물질로 형성한다. 가장 바람직하기로는 저유전율 OSG(low k OrganoSilicateGlass)로 층간 절연막(130)을 형성한다. 저유전율 OSG로 층간 절연막(130)을 형성할 경우에는 CVD(Chemical Vapor Deposition)법으로, 보다 구체적으로는 PECVD(Plasma Enhanced CVD)법으로 형성한다. OSG막 내의 탄소의 함량이 많으면 많을수록 유전율은 감소하나 열적 기계적 특성이 저하된다. 그런데, CVD로 OSG 막을 형성하면 OSG 막내의 탄소의 함량을 조절함으로써 OSG 막의 유전율과 열적 기계적 특성이 모두 만족스럽도록 조절할 수 있다. 따라서, CVD법에 의해 형성된 OSG 막이 층간 절연막

(130)으로 적합하다. CVD 법에 의해 OSG 막을 형성할 때 사용하는 소오스 가스(탄소, 실리콘, 산소 소오스 가스 등), CVD 챔버, 공정 조건(온도, 시간) 등은 당업자에게 공지된 기술을 사용하여 다양하게 변형하여 실시할 수 있음은 물론이다. CVD 법으로 OSG를 제조하는 방법은 당업자에게 공지된 방법 또는 미국 특허 제6,455,445호, 제6,432,846호, 제6,514,880호, 제6,559,520호, 제6,352,945호, 제6,383,955호, 제6,410,463호 및 대한민국등록특허 제0364053호에 개시된 방법에 의해 진행할 수 있으며, 이 특허들은 본 명세서에 충분히 개시된 것처럼 원용되어 통합된다. 층간 절연막(130)은 3000 내지 20000 Å 두께로, 바람직하기로는 6000 내지 7000 Å 두께로 형성한다. 그러나, 층간 절연막(130)의 두께는 당업자에 의해 다양하게 변형가능함은 물론이다.

<30> 캡핑막(140)은 듀얼 다마신 배선의 평탄화를 위한 CMP시 CMP가 안정적으로 층간 절연막(130) 손상없이 진행될 수 있도록 하기 위하여 형성한다. 따라서 SiO₂, SiOF, SiON, SiC, SiN, SiCN 등으로 형성한다. 더하여 캡핑막(140)은 후속 트렌치 형성을 위한 사진식각 공정에서 반사방지기능도 하는 것이 바람직하다. 따라서, 캡핑막(140)은 상기 열거한 물질들 중에서도 SiO₂, SiON, SiC, SiCN 등으로 형성하는 것이 더욱 바람직하다. 그러나, CMP 공정의 조절만으로도 층간 절연막(130)의 손상을 방지할 수 있고, 후속 공정에서 반사방지기능을 가진 물질층이 형성된다면 캡핑막(140)의 형성은 선택적으로 생략할 수도 있다.

<31> 포토레지스트 패턴(145)은 248nm 이하의 광원에 적합한 포토레지스트를 도포한 후, 비아를 정의하는 포토마스크를 사용한 노광 및 현상을 거쳐 형성한다.

<32> 도 4를 참조하면, 포토레지스트 패턴(145)을 식각마스크로 사용하여 층간 절연막(130)을 건식 식각(147)하여 비아(150)를 형성한다. 층간 절연막(130)의 식각은 CxFy 또

는 $C_xH_yF_z$ 등의 주 식각 가스와 Ar 가스 등의 불활성 가스의 혼합 가스 또는 여기에 O_2 , N_2 , 및 CO_x 로부터 선택된 하나 이상의 가스가 더 첨가된 혼합 가스를 사용하는 반응성 이온 식각(RIE)으로 진행한다. 이 때, 층간 절연막(130)만 선택적으로 식각하고 식각 정지막(120)은 식각하지 않도록 RIE 조건들을 조절하여 진행한다.

<33> 도 5를 참조하면, 포토레지스트 패턴(145)을 제거한 후, 비아(150)를 충전재(160)로 충전한다. 포토레지스트 패턴(145)은 수소계(H_2 based) 플라즈마 처리 후 스트리퍼를 사용하는 공정으로 제거한다. 수소계 플라즈마는 H_2 , N_2/H_2 , NH_3/H_2 , He/H_2 또는 이들의 혼합 가스로부터 얻어진 플라즈마를 칭한다. 포토레지스트 패턴 제거에 널리 사용되는 O_2 에칭(ashing)에 의해 포토레지스트 패턴(145)을 제거하면, 탄소를 포함하여 유기물의 성질을 가지고 있는 층간 절연막(130)이 O_2 플라즈마에 의해 손상될수 있으므로 수소계 플라즈마를 사용한다.

<34> 비아 충전재(160)는 갭 충전(gap fill) 능력이 우수한 물질로 형성한다. 또, 층간 절연막(130)과 건식 식각율이 실질적으로 동일하거나 비아 충전재(160): 층간 절연막(130)의 건식 식각비가 4:1 이하인 물질로 형성한다. 더하여, 후속 습식 식각 공정에서 층간 절연막(130)에 비해 매우 빠른 습식 식각 속도를 가지는 물질로 형성한다. 바람직하기로는, 비아 충전재(160):층간절연막(130)의 습식 식각비가 20:1 이상인 특성을 지닌 물질로 비아 충전재(160)를 형성한다. 또, 후속의 트렌치를 정의하기 위한 포토레지스트 패턴을 형성하기 위한 노광 공정시 층간 절연막(130) 내에 포함되어 있는 질소 또는 아민 등의 염기성 물질이 포토레지스트막으로 확산되는 것을 방지할 수 있는 물질로 비아 충전재(160)를 형성한다. 즉, 유기물과 무기물의 하이브리드형인 층간 절연막(130)과 건식 식각율은 실질적으로 동일하고 습식 식각율은 상대적으로 매우 빠를 물질이기 위

해서 비아 충전재(160)는 탄소가 없는 무기물인 것이 바람직하다. 탄소가 없는 무기물 중에서 HSQ(HydrogenSilsesQuioxane)인 것이 상기 조건들 충족에 가장 적합하다.

<35> 나아가, 비아 충전재(160)는 흡광 물질 또는 용해 억제제를 포함하는 것이 바람직하다. 용해 억제제는 포토레지스트막의 현상액에 대한 용해를 억제할 수 있는 물질로 당업자에게 공지된 물질이 사용될 수 있다. 흡광 물질과 용해 억제제의 기능은 후술한다. 본 명세서에서는 순수 HSQ와 흡광 물질 또는 용해 억제제 등의 첨가제를 포함하는 HSQ를 통칭하여 HSQ계 물질(HSQ based material)이라 한다.

<36> 스핀 코팅법에 의해 비아(150)를 모두 채우는 비아 충전재(160)를 형성한다. 비아(150)만을 채우도록 형성할 수도 있고 캡핑막(140) 위에 소정 두께로 형성되도록 형성할 수도 있으나 후자의 경우가 공정 조절 마진 측면에서 보다 바람직하다. 바람직하기로는 비아(150) 밀도가 낮은 영역에 형성되는 비아 충전재(160)의 높이(T1)와 비아(150) 밀도가 높은 영역에 형성되는 비아 충전재(160)의 높이(T2)의 차이(T1-T2)가 2000Å 이하가 되도록 하는 것이 쏠점 심도 마진 확보 측면에서 바람직하다. HSQ계 물질의 경우 코팅 조건(recipe), 비아(150)들 사이의 간격, 비아(150) 임계 치수 및 높이 등의 변수를 고려하여 그 두께를 쉽게 조절할 수 있으며 상기 제한 조건($T1-T2 \leq 2000\text{\AA}$)을 용이하게 맞출 수 있다.

<37> 도 6을 참조하면, 비아 충전재(160)의 표면을 플라즈마(170) 처리한다. 플라즈마(170) 처리는 O_2 , H_2 , He, NH_3 , N_2 , Ar, 또는 이들의 혼합 가스의 플라즈마(170)를 사용하여 상온 내지 500℃의 온도에서 1초 내지 120초간 진행한다. 플라즈마(170) 처리에 의해 비아 충전재(160)의 표면이 치밀화(densify)된다. 플라즈마(170) 처리 목적 중의 하나는 비아 충전재(160)가 포토레지스트 현상액에 용해되는 것을 방지하기 위한 것이다.

따라서, 비아 충전재(160)가 용해 억제제를 포함할 경우에는 플라즈마(170) 처리를 생략할 수도 있다. 또, 비아 충전재(160) 위에 현상액으로부터 보호할 수 있는 막, 예컨대 반사방지막(도 7의 180 참고)을 형성할 경우에는 플라즈마(170) 처리를 생략할 수도 있다.

<38> 도 7을 참조하면, 플라즈마 처리된 비아 충전재(160) 위에 반사방지막(180)을 형성한다. 반사방지막(180)은 무기 반사방지막 또는 유기 반사방지막 모두 가능하나 유기 반사방지막인 것이 제거의 용이성 관점에서 유리하다. 반사방지막(180)은 당업자에게 공지된 248nm, 193nm 또는 그 이하 파장의 노광원을 흡수할 수 있는 반사방지물질 또는 본 출원과 공동 양도된 미국 출원 제10/400,029호에 개시되어 있는 물질이 사용될 수 있으며, 상기 출원은 본 명세서에 충분히 개시된 것처럼 원용되어 통합된다. 반사방지막(180)은 500 내지 700 두께로 형성한다.

<39> 도 8을 참조하면, 포토레지스트막(185)을 형성한 후, 트렌치를 정의하는 마스크(200)를 사용하여 포토레지스트막(185)을 노광한다. 마스크(200)의 투광영역(201)을 통과한 248nm, 193nm 또는 그 이하 파장의 노광원이 포토레지스트막(185)에 조사되면 포토레지스트막(185)의 노광부(185b)에 포함되어 있는 광산발생제로부터 산(H⁺)이 발생한다. 이 때, 노광부(185b) 하부의 반사방지막(180)이 포토레지스트막(185b)을 투과한 빛이 다시 포토레지스트막(185)으로 반사되는 것을 방지한다. 따라서, 비아 충전재(160)가 흡광 물질을 포함할 경우에는 비아 충전재(160)가 반사방지기능을 할 수 있으므로 이 경우에는 반사방지막(160)의 형성을 생략할 수 있다. 노광부(185b) 내에 발생한 산(H⁺)에 의해 포토레지스트막(185)이 현상액에 용해가능한 물질로 가수분해된다. 노광후 베이킹에 의해 산가수분해가 더 활발해진다. 노광 및 노광후 베이킹시, 비아 충전재(160)는 질소 또

는 아민에 대한 확산 장벽막으로 기능한다. 따라서, 비아(150) 식각시 사용한 식각 가스 또는 비아(150)를 정의한 포토레지스트 패턴(도 4의 145)을 제거하기 위한 플라즈마 처리에 의해 층간 절연막에 잔류하게 된 질소 또는 아민등의 염기성 물질이 비아 충전재(160)를 따라 확산(점선)되어 노광부(185')에 발생한 산을 중화시켜 포토레지스트 결함을 발생시키는 기작이 방지된다.

<40> 도 9를 참조하면, 포토레지스트 패턴(185a)을 형성한다. 노광후 베이킹된 포토레지스트막(185)을 테트라메틸 암모늄 하이드록사이드 현상액에 담그면 노광부(185b)만 현상액에 용해되어 제거되므로 도 9에 도시되어 있는 바와 같은 포토레지스트 패턴(185a)이 형성된다. 이 때, 노광부(185b) 하부에 반사방지막(180)이 있으므로 비아 충전재(160)가 현상액에 노출되지 않는다. 비아 충전재(160)가 플라즈마 처리된 경우에는 반사방지막(180)이 형성되어 있지 않더라도 현상액에 의해 비아 충전재(160)가 손상되지 않는다. 또, 비아 충전재(160)가 용해 억제제를 포함하는 경우에는 반사방지막(180)을 형성하지 않더라도 현상액에 의해 비아 충전재(160)가 손상되지 않는다.

<41> 도 10은 트렌치(190)를 형성하는 단계를 나타낸다. 포토레지스트 패턴(185)을 식각 마스크로 사용하여 반사방지막(180), 비아 충전재(160), 캡핑막(140)을 차례대로 식각한 후, 층간절연막(130) 및 비아 충전재(160)를 소정 깊이로 식각하여 트렌치(190)를 형성한다. 트렌치(190) 식각은 건식 식각으로 진행하되 층간절연막(130) 및 비아 충전재(160)의 식각율이 실질적으로 동일하거나 비아 충전재(160): 층간 절연막(130)의 식각비가 4:1 이하가 될 수 있는 조건으로 진행한다. 따라서, 펜스(도 1 참고)와 같은 결함이 발생하지 않고, 비아 충전재(160)가 여전히 비아(150) 내에 일부 잔류하므로 식각 정지막(120)이 식각에 노출되어 하부 배선(110)이 손상되는 것을 방지할 수 있다. 층간절연

막(130)이 OSG로 비아 충전재(160)가 HSQ계 물질로 형성된 경우 두 물질 모두 무기물의 성격을 지니고 있으므로, C_xF_y 또는 $C_xH_yF_z$ 등의 주 식각가스와 Ar 가스 등의 불활성 가스의 혼합 가스 또는 여기에 O_2 , N_2 , 및 CO_x 로부터 선택된 하나 이상의 가스가 더 첨가된 혼합 가스를 사용하는 RIE로 진행하면 상기 조건을 충족시킬 수 있다.

<42> 도 11은 포토레지스트 패턴(185a) 및 잔류하는 비아 충전재(160)를 제거한 결과물을 나타내는 단면도이다. 트렌치(190) 식각이 완료된 후, 포토레지스트 패턴(185a)을 H_2 , N_2/H_2 , NH_3/H_2 , He/H_2 또는 이들의 혼합 가스로부터 얻어진 수소계 플라즈마를 사용하여 제거한다. 이어서, 비아 충전재(160)를 제거하여 비아(150)와 트렌치(190)로 구성된 듀얼 다마신 배선 영역(195)을 형성한다. 비아 충전재(160) 제거를 위한 식각은 습식 식각으로 진행한다. 층간 절연막(130)은 거의 식각되지 않고 비아 충전재(160)만 선택적으로 식각할 수 있는 조건으로, 적어도 비아 충전재(160):층간절연막(130)의 습식 식각비가 20:1 이상이 될 수 있는 조건으로 진행한다. 또 식각 정지막(120)에 대해서 비아 충전재(160)를 선택적으로 제거할 수 있도록 식각이 진행되어야 한다. 층간절연막(130)이 유기물적인 성격을 지니는 반면, 비아 충전재(160) 및 식각 정지막(120)이 무기물로 형성되므로 유기물 제거에 선택비가 큰 식각액을 사용하면 상기 조건을 만족시킬 수 있다. 특히, 비아 충전재(160)가 HSQ계 물질로, 층간 절연막(130)이 OSG로, 식각 정지막(120)이 $SiC(N)$ 으로 형성된 경우, 100:1 이상으로 탈이온수에 희석된 HF 용액 또는 NH_4F , HF와 탈이온수의 혼합액인 BOE(Buffered Oxide Etchant)에 담그는 방식으로 습식 식각을 진행하면 HSQ계 물질:OSG: $SiC(N)$ 식각비를 100:1:1 보다 높게 할 수 있다. 따라서, 비아 충전재(160) 제거시 층간 절연막(130)도 식각되어 트렌치(190)의 임계 치수를 정확히 조절할 수 없던 종래의 문제점이 해결된다.

- <43> 상기 비아 식각, 트렌치 식각, 습식 식각에 관한 자세한 내용은 본 출원과 공동 양도된 대한민국출원 제2002-57192호에 개시되어 있으며, 상기 출원은 본 명세서에 충분히 개시된 것처럼 인용되어 통합된다.
- <44> 도 12를 참고하면, 비아(150)에 노출되어 있는 식각정지막(120)을 식각하여 하부 배선(110)을 노출시켜 비아(150)와 트렌치(190)로 구성된 듀얼 다마신 영역(195)을 완성한다. 식각정지막(120) 식각은 하부 배선(110)에 영향을 미치지 않고 식각정지막(120)만을 선택적으로 제거할 수 있는 식각 조건으로 실시한다.
- <45> 도 13을 참고하면, 듀얼 다마신 영역(195)에 도전막을 형성한 후, 평탄화하여 듀얼 다마신 배선(210)을 완성한다. 도전막은 알루미늄, 텅스텐, 구리 또는 이들의 합금을 포함할 수 있으며, 저저항의 관점에서는 구리가 가장 바람직하다. 또, 확산장벽막 및 주 배선막의 적층구조로 형성될 수 있으며, 당업자에게 공지된 기술들을 사용하여 다양하게 변형될 수 있다.
- <46> 상기 도 2 내지 도 13을 참조하여 설명한 비아 선행 듀얼 다마신 배선 제조 방법을 트렌치 선행 듀얼 다마신 배선 제조 방법에 적용할 수 있음은 물론이다.
- <47> 본 발명은 이하의 비 제한적인 실험예들을 통해 보다 자세히 설명될 것이다.
- <48> 이하 실험예들은 반도체 웨이퍼 위에 90nm 디자인 룰로, $1.1\mu\text{m}^2$ 6Tr-SRAM 셀이 임베디드되고 듀얼 다마신 배선을 가지는 로직 소자를 제조하는 공정 중에 테스트한 것들이다.
- <49> <실험예 1>

<50> 식각 정지막으로 SiC(k=5.0)를, 층간 절연막으로 CVD OSG(k=2.9)를 7000 Å 두께로 형성한 후, 직경이 0.132 μ m인 비아를 형성하였다. 이어서, 비아 충전재로 HSQ(다우 코닝사의 FoxTM)를 스핀 코팅하였다. HSQ 비아 충전재가 충전된 테스트 샘플의 단면을 SEM으로 측정한 단면이 도 14a 및 도 14b에 도시되어 있다. 도 14a 및 도 14b로부터 HSQ가 비아 충전력이 양호하며 OSG 막 위에 매우 잘 평탄화되어 형성될 수 있음을 알 수 있다. 또, 비아 밀도가 낮은 영역에 형성된 HSQ막의 두께(T1)(도 14a)와 비아 밀도가 높은 영역에 형성된 HSQ막의 두께(T2)(도 14b)의 차이가 2000 Å 이하가 되도록 형성됨을 알 수 있다.

<51> <실험예 2>

<52> 실험예 1과 동일하게 HSQ막을 형성한 후, HSQ막 위에 유기반사방지막 및 KrF용 포토레지스트를 차례로 형성한 후, 248nm 파장의 노광원을 사용하는 노광 및 테트라메틸암모늄하이드록사이드 현상액을 사용한 현상을 거쳐 트렌치를 정의하는 포토레지스트 패턴을 형성함으로써 테스트 샘플을 준비하였다.

<53> 대조 샘플은 HSQ막 위에 직접 트렌치를 정의하는 포토레지스트 패턴을 형성하여 준비하였다.

<54> 테스트 샘플의 SEM 사진이 도 15a에 대조 샘플의 SEM 사진이 도 15b에 도시되어 있다. 도 15a 및 도 15b로부터 유기반사방지막을 형성함으로써 양호한 패턴을 형성할 수 있음을 알 수 있다.

<55> <실험예 3>

- <56> 실험예 1과 동일하게 HSQ막을 형성한 후, HSQ막 표면을 플라즈마 처리한 후, 유기 반사방지막을 형성하였다. 유기반사방지막 위에 KrF용 포토레지스트를 도포한 후, 248nm 파장의 노광원을 사용하는 노광 및 테트라메틸암모늄하이드록사이드 현상액을 사용한 현상을 거쳐 트렌치를 정의하는 포토레지스트 패턴을 형성함으로써 테스트 샘플을 준비하였다.
- <57> 대조 샘플은 HSQ막 대신 유기 바닥 반사 방지막을 비아 충전재로 사용한 후 포토레지스트 패턴을 형성하여 준비하였다.
- <58> 테스트 샘플의 SEM 사진이 도 16a에 대조 샘플의 SEM 사진이 도 16b에 도시되어 있다. HSQ 비아 충전재가 아민등의 알칼리성 물질에 대한 확산 장벽막으로 작용하여 양호한 포토레지스트 패턴이 형성(도 16a)되는 반면, 유기 바닥 반사 방지막을 사용할 경우에는 알칼리성 물질이 확산되어 포토레지스트막내의 산(H⁺)을 중화시켜 손상된 포토레지스트 패턴이 형성(도 16b)됨을 알 수 있다.
- <59> <실험예 4>
- <60> 실험예 3의 테스트 샘플과 동일하게 포토레지스트 패턴을 형성한 후, CxFy를 주 식각가스로 하여 HSQ:OSG의 식각비가 1:1이 되도록 하여 건식 식각을 진행하여 트렌치를 형성함으로써 테스트 샘플을 준비하였다. 테스트 샘플의 SEM 사진들이 도 17a 및 도 17b에 도시되어 있다. 도 17a는 트렌치의 폭 방향으로 자른 단면도이고, 도 17b는 트렌치의 길이 방향으로 자른 단면도이다. 도 17a 및 도 17b로부터 듀얼 다마신 영역의 트렌치 프로파일이 양호하게 형성되며 50% 정도의 오버 에치가 진행되더라도 HSQ 비아 충전재가 SiC 식각 정지막을 매우 잘 보호하고 있음을 알 수 있다.

<61> <실험예 5>

<62> 실험예 4의 테스트 샘플과 동일하게 트렌치를 형성한 후, 500:1로 희석된 HF 용액을 처리하여 비아에 잔류하는 HSQ막을 제거함으로써 테스트 샘플을 준비하였다. 테스트 샘플의 SEM 사진이 도 18에 도시되어 있다. HSQ 막이 완전히 제거되었으며, 펜스의 발생 없이 양호한 프로파일과 원하는 임계치수의 듀얼 다마신 영역이 형성되었음을 알 수 있다.

<63> <실험예 6>

<64> 실험예 1 내지 5의 테스트 샘플을 제조하는 공정에 따라 듀얼 다마신 영역을 형성한 후, 듀얼 다마신 영역내에 통상의 구리 배선 형성 공정을 적용하여 구리 배선을 형성하였다. 듀얼 다마신 배선 제조 공정을 복수회 반복하여 90nm 디자인 룰로, $1.1\mu\text{m}^2$ 6Tr-SRAM 셀이 임베디드되고 9층의 듀얼 다마신 배선을 가지는 로직 소자를 완성한 후, SEM으로 측정한 사진이 도 19에 도시되어 있다. 도 19로부터 본 발명에 따른 듀얼 다마신 제조 방법이 미세 디자인 룰의 소자의 제조에 성공적으로 사용될 수 있으며, 무결함의 강건한 제조 방법임을 알 수 있다.

<65> <실험예 7>

<66> 실험예 6에서 제조된 소자의 전기적인 특성들을 측정하였다. 그 결과가 도 20 내지 도 24에 도시되어 있다.

<67> 도 20 및 도 21로부터 양호한 특성의 비아 저항을 가지는 듀얼 다마신 배선 구현이 가능함을 알 수 있다.

- <68> 도 22로부터 400℃ 에서 6시간 동안 어닐하더라도 비아 저항 특성이 열화되지 않음을 알 수 있다.
- <69> 실험예 6의 제조 방법에 따라 소자를 제조하되 배선의 라인 앤 스페이스를 0.14 μ m 와 0.12 μ m로 달리하여 제조한 후, 배선의 면저항과 누설 전류를 측정한 결과가 도 23에 도시되어 있다.
- <70> 도 23으로부터 배선의 면저항과 누설 전류 특성도 매우 양호함을 알 수 있다.
- <71> 실험예 6에서 제조한 소자의 RC 값과 식각 정지막과 층간절연막으로 각각 SiN과 SiOF를 사용하여 제조한 소자의 RC 값을 측정한 결과가 도 24에 도시되어 있다.
- <72> 도 24로부터 본 발명과 같이 식각 정지막과 층간 절연막으로 각각 SiC와 OSG를 사용할 경우 식각 정지막과 층간 절연막으로 SiN과 SiOF를 사용한 경우에 비해 RC 값이 약 20% 감소하였음을 알 수 있다.

【발명의 효과】

- <73> 본 발명의 듀얼 다마신 제조 방법에 따르면, 층간 절연막을 저유전율 물질로 형성함으로써 RC 신호지연을 방지하고 상호 간섭 및 전력 소비의 증가를 억제할수 있다. 또, 본 발명의 듀얼 다마신 제조 방법은 층간절연막은 하이브리드형의 저유전율 물질로, 비아 충전재는 탄소가 없는 무기물로 형성함으로써 하부 배선을 보호하는 식각 정지막이 손상되지 않고, 포토레지스트 손상이 발생하지 않으며, 사진 식각 공정시 쏫점심도 마진이 향상되고, 듀얼 다마신 배선의 전기적 특성에 치명적인 영향을 미치는 펜스 등의 결함이 발생하지 않으며, 트렌치의 폭도 임계 치수도 그대로 유지할 수 있다.

<74> 도면 및 실시예에는, 본 발명의 전형적인 바람직한 실시예가 개시되었으며, 비록 특정한 용어를 사용하였지만, 이것들은 단지 일반적이고 묘사적인 의미로 사용된 것이지 후술되는 청구항에 의하여 정해지는 본 발명의 사상을 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

- (a)기판 상에 유전율 3.3 이하의 하이브리드형 절연막을 형성하는 단계;
- (b) 상기 절연막내에 비아를 형성하는 단계;
- (c)상기 비아를 탄소가 없는 무기물 충전재로 채우는 단계;
- (d) 상기 비아를 매립한 상기 무기물 충전재와 상기 절연막을 일부 식각하여 상기 비아와 연결되고 배선이 형성될 트렌치를 형성하는 단계;
- (e)상기 비아에 잔류하는 상기 무기물 충전재를 제거하는 단계; 및
- (f)상기 트렌치 및 상기 비아를 배선 물질로 채워서 배선을 완성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 2】

- 제1 항에 있어서, 상기 (a) 단계 전에
- 상기 기판 상에 하부 배선을 형성하는 단계; 및
- 상기 하부 배선 위에 식각 정지막을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 3】

- 제2 항에 있어서, 상기 식각 정지막은 SiC, SiN 또는 SiCN 으로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 4】

제1 항에 있어서, 상기 유전율 3.3 이하의 하이브리드형 절연막은 유기 실리케이트 글래스막인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 5】

제1 항에 있어서, 상기 유전율 3.3 이하의 하이브리드형 절연막은 화학기상증착법으로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 6】

제1 항에 있어서, 상기 (b)단계 전에

상기 유전율 3.3 이하의 하이브리드형 절연막 위에 캡핑막을 형성하는 단계를 더 포함하고,

상기 (b)단계는 상기 캡핑막 및 상기 절연막 내에 비아를 형성하는 단계인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 7】

제6 항에 있어서, 상기 캡핑막은 반사 방지 기능이 있는 물질로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 8】

제6 항에 있어서, 상기 캡핑막은 SiO_2 , SiOF , SiON , SiC , SiN 또는 SiCN 으로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 9】

제2 항에 있어서, 상기 (b)단계는

상기 절연막 위에 상기 비아를 정의하는 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 및
상기 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 사용하여 상기 절연막을 건식 식각하여
상기 식각정지막을 노출시키는 상기 비아를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하
는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 10】

제1 항에 있어서, 상기 탄소가 없는 무기물 충전재는 HSQ계 충전재인 것을 특징으
로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 11】

제1 항에 있어서, 상기 탄소가 없는 무기물 충전재는 흡광 물질 또는 포토레지스트
현상액에 대한 용해 억제제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제
조 방법.

【청구항 12】

제1 항에 있어서, 상기 (d)단계 전에
상기 탄소가 없는 무기물 충전재 표면을 플라즈마 처리하는 단계, 상기 탄소가 없
는 무기물 충전재 표면 위에 반사방지막을 형성하는 단계 및 상기 탄소가 없는 무기물
충전재 표면을 플라즈마 처리한 후 그 위에 반사방지막을 형성하는 단계를 포함하는 그
룹에서 선택된 단계를 더 실시하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 13】

제12 항에 있어서, 상기 플라즈마는 O_2 , H_2 , He, NH_3 , N_2 , Ar, 또는 이들의 혼합
가스의 플라즈마인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 14】

제12 항에 있어서, 상기 반사방지막은 유기반사방지막인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 15】

제14 항에 있어서, 상기 반사방지막은 500 내지 700 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 16】

제1 항에 있어서, 상기 (d)단계는

상기 무기물 충전재 위에 상기 트렌치를 정의하는 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트 패턴을 식각마스크로 하여 상기 무기물 충전재:상기 절연막의 식각비가 4:1 이하가 되도록 건식 식각하여 상기 트렌치를 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트 패턴을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 17】

제16 항에 있어서, 상기 건식 식각은 C_xF_y 또는 $C_xH_yF_z$ 가스를 주 식각 가스로 사용하고,

상기 포토레지스트 패턴을 제거하는 단계는 수소계 플라즈마를 사용하여 제거하는 단계인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 18】

제1 항에 있어서, 상기 (e) 단계는

상기 무기물 충전재: 상기 절연막의 식각비가 20:1 이상이 되도록 습식 식각하는 단계인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 19】

제18 항에 있어서, 상기 습식 식각은 희석된 HF 또는 NH_4F , HF와 탈이온수의 혼합액을 사용하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 20】

제1 항에 있어서, 상기 (f)단계에서 상기 배선은 구리 배선인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선을 제조 방법.

【청구항 21】

- (a)기판 상에 유기 실리케이트 글래스막을 형성하는 단계;
- (b) 상기 유기 실리케이트 글래스막내에 비아를 형성하는 단계;
- (c)상기 비아를 HSQ계 충전재로 채우는 단계;
- (d) 상기 비아를 매립한 상기 HSQ계 충전재와 상기 유기 실리케이트 글래스막을 일부 식각하여 상기 비아와 연결되고 배선이 형성될 트렌치를 형성하는 단계;
- (e)상기 비아에 잔류하는 상기 HSQ계 충전재를 제거하는 단계; 및
- (f)상기 트렌치 및 상기 비아를 배선 물질로 채워서 배선을 완성하는 단계를포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 22】

제21 항에 있어서, 상기 (a) 단계는 상기 유기 실리케이트 글래스막을 화학 기상 증착법으로 형성하는 단계인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 23】

제21 항에 있어서, 상기 (a) 단계 전에
상기 기판 상에 하부 배선을 형성하는 단계; 및
상기 하부 배선 위에 식각 정지막을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 24】

제23 항에 있어서, 상기 식각 정지막은 SiC, SiN 또는 SiCN 으로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 25】

제21 항에 있어서, 상기 (b)단계 전에
상기 유기 실리케이트 글래스막 위에 캡핑막을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 26】

제25 항에 있어서, 상기 캡핑막은 반사 방지 기능이 있는 물질로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 27】

제25 항에 있어서, 상기 캡핑막은 SiO_2 , SiOF , SiON , SiC , SiN 또는 SiCN 으로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 28】

제23 항에 있어서, 상기 (b)단계는

상기 유기 실리케이트 글래스막 위에 상기 비아를 정의하는 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트 패턴을 식각 마스크로 사용하여 상기 유기 실리케이트 글래스막을 건식 식각하여 상기 식각정지막을 노출시키는 상기 비아를 형성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 29】

제21 항에 있어서, 상기 HSQ계 충전재는 흡광 물질 또는 포토레지스트 현상액에 대한 용해 억제제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 30】

제21 항에 있어서, 상기 (d)단계 전에

상기 HSQ계 충전재 표면을 플라즈마 처리하는 단계, 상기 HSQ계 충전재 표면 위에 반사방지막을 형성하는 단계 및 상기 HSQ계 충전재 표면을 플라즈마 처리한 후 그 위에 반사방지막을 형성하는 단계를 포함하는 그룹에서 선택된 단계를 더 실시하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 31】

제30 항에 있어서, 상기 플라즈마는 O_2 , H_2 , He, NH_3 , N_2 , Ar, 또는 이들의 혼합 가스의 플라즈마인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 32】

제30 항에 있어서, 상기 반사방지막은 유기반사방지막인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 33】

제32 항에 있어서, 상기 반사방지막은 500 내지 700 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 34】

제21 항에 있어서, 상기 (d)단계는

상기 HSQ계 충전재 위에 상기 트렌치를 정의하는 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트 패턴을 식각마스크로 하여 상기 HSQ계 충전재:상기 유기 실리콘이트 글래스막의 식각비가 4:1 이하가 되도록 건식 식각하여 상기 트렌치를 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트 패턴을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 35】

제34 항에 있어서, 상기 건식 식각은 C_xF_y 또는 $C_xH_yF_z$ 가스를 주 식각 가스로 사용하고,

상기 포토레지스트 패턴을 제거하는 단계는 수소계 플라즈마를 사용하여 제거하는 단계인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 36】

제21 항에 있어서, 상기 (e) 단계는

상기 HSQ계 충전재: 상기 유기 실리케이트 글래스막의 식각비가 20:1 이상이 되도록 습식 식각하는 단계인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 37】

제36 항에 있어서, 상기 습식 식각은 희석된 HF 또는 NH_4F , HF와 탈이온수의 혼합액을 사용하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 38】

제21 항에 있어서, 상기 (f)단계에서 상기 배선은 구리 배선인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선을 제조 방법.

【청구항 39】

(a)기판 상에 하부 배선을 형성하는 단계;

(b) 상기 하부 배선 상에 식각 정지막을 형성하는 단계;

(c)상기 식각 정지막 위에 화학 기상 증착법으로 유기 실리케이트 글래스막을 형성하는 단계;

(d) 상기 유기 실리케이트 글래스막을 관통하여 상기 식각 정지막을 노출시키는 비아를 형성하는 단계;

(e)상기 비아를 HSQ계 충전재로 채우는 단계;

(f) 상기 HSQ계 충전재 표면을 플라즈마 처리하는 단계;

(g)상기 플라즈마 처리된 HSQ계 충전재 표면 위에 반사방지막을 형성하는 단계;

(h) 상기 반사방지막, 상기 비아를 매립한 상기 HSQ계 충전재와 상기 유기 실리케이트 글래스막을 일부 식각하여 상기 비아와 연결되고 배선이 형성될 트렌치를 형성하는 단계;

(i)상기 비아에 잔류하는 상기 HSQ계 충전재를 제거하는 단계;

(j) 상기 비아에 노출된 상기 식각 정지막을 식각하여 상기 하부 배선을 노출시키는 단계; 및

(k)상기 트렌치 및 상기 비아를 배선 물질로 채워서 배선을 완성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 40】

제39 항에 있어서, 상기 식각 정지막은 SiC, SiN 또는 SiCN 으로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 41】

제39 항에 있어서, 상기 (d)단계 전에

상기 유기 실리케이트 글래스막 위에 캡핑막을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 42】

제41 항에 있어서, 상기 캡핑막은 반사 방지 기능이 있는 물질로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 43】

제41 항에 있어서, 상기 캡핑막은 SiO_2 , SiOF , SiON , SiC , SiN 또는 SiCN 으로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 44】

제39 항에 있어서, 상기 HSQ계 충전재는 흡광 물질 또는 포토레지스트 현상액에 대한 용해 억제제를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 45】

제39 항에 있어서, 상기 플라즈마는 O_2 , H_2 , He , NH_3 , N_2 , Ar , 또는 이들의 혼합가스의 플라즈마인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 46】

제39 항에 있어서, 상기 반사방지막은 유기반사방지막인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 47】

제46 항에 있어서, 상기 반사방지막은 500 내지 700 두께로 형성하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 48】

제39 항에 있어서, 상기 (h)단계는

상기 반사방지막 위에 상기 트렌치를 정의하는 포토레지스트 패턴을 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트 패턴을 식각마스크로 하여 상기 HSQ계 충전재:상기 유기 실리콘이트 글래스막의 식각비가 4:1 이하가 되도록 건식 식각하여 상기 트렌치를 형성하는 단계; 및

상기 포토레지스트 패턴을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 49】

제48 항에 있어서, 상기 건식 식각은 $CxFy$, $CxHyFz$ 가스를 주 식각 가스로 사용하고,

상기 포토레지스트 패턴을 제거하는 단계는 수소계 플라즈마를 사용하여 제거하는 단계인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 50】

제39 항에 있어서, 상기 (i) 단계는

상기 HSQ계 충전재: 상기 유기 실리콘이트 글래스막의 식각비가 20:1 이상이 되도록 습식 식각하는 단계인 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 51】

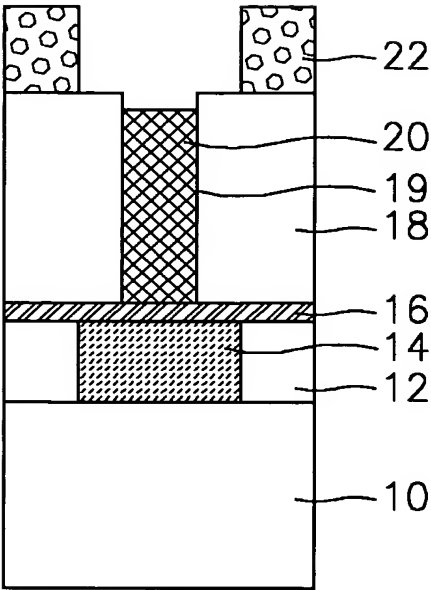
제50 항에 있어서, 상기 습식 식각은 희석된 HF 또는 NH_4F , HF와 탈이온수의 혼합액을 사용하는 것을 특징으로 하는 듀얼 다마신 배선의 제조 방법.

【청구항 52】

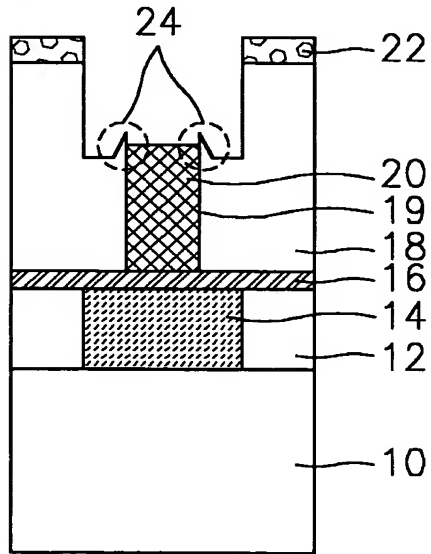
제39 항에 있어서, 상기 (k)단계에서 상기 배선은 구리 배선인 것을 특징으로 하는
듀얼 다마신 배선을 제조 방법.

【도면】

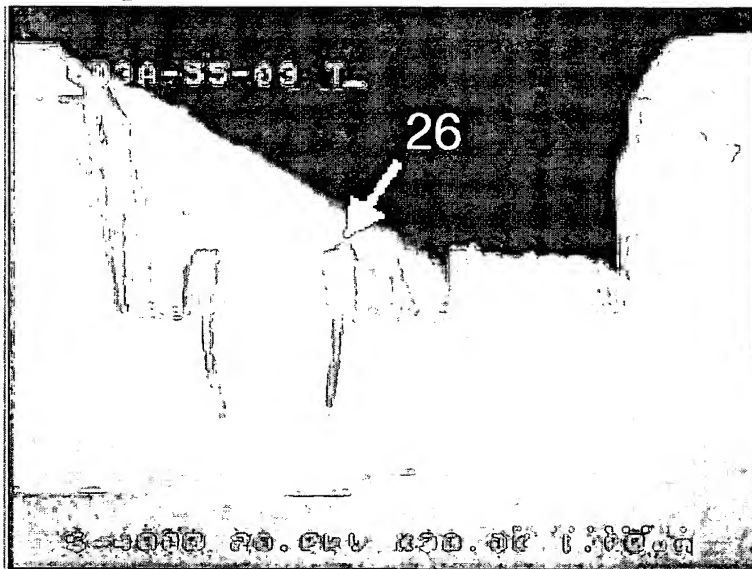
【도 1a】



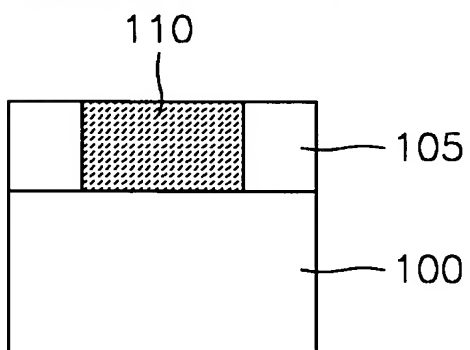
【도 1b】



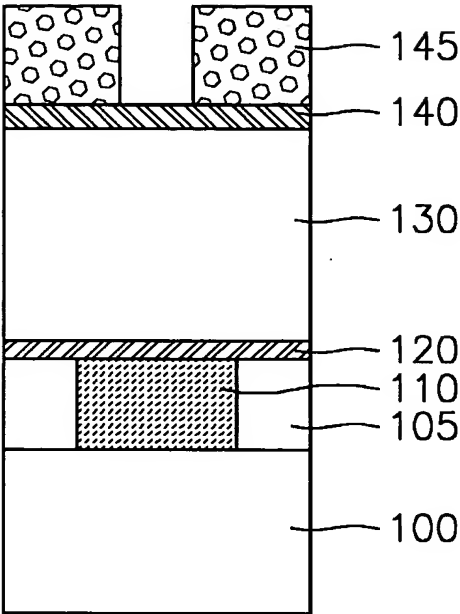
【도 1c】



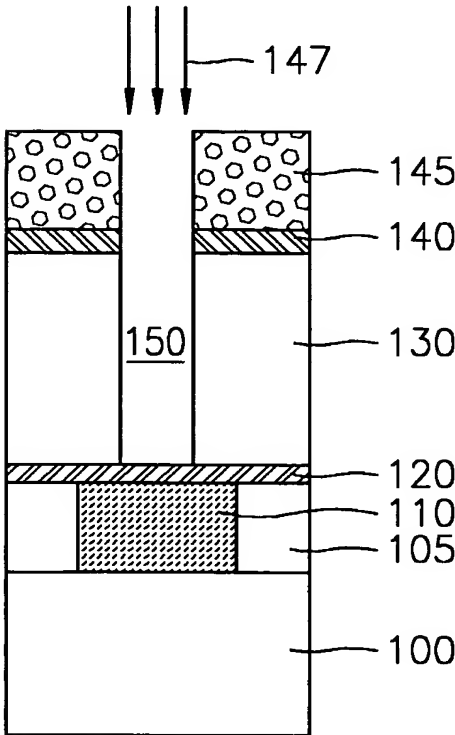
【도 2】



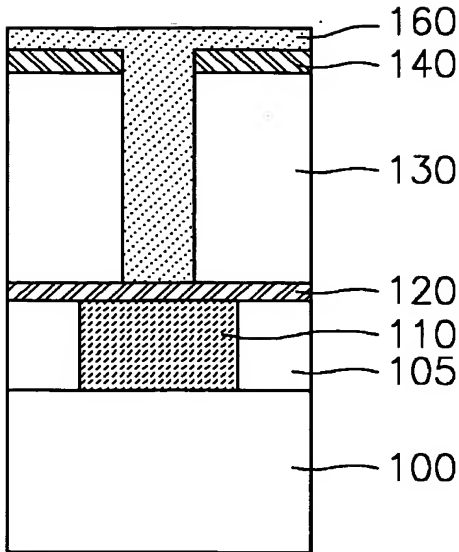
【도 3】



【도 4】



【도 5】



【도 6】

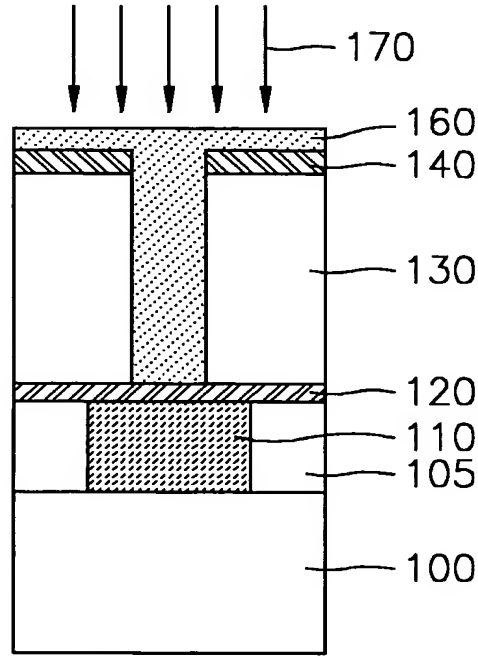
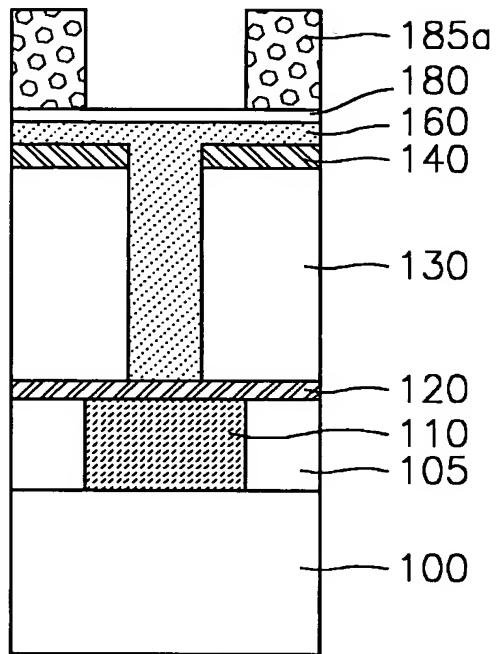
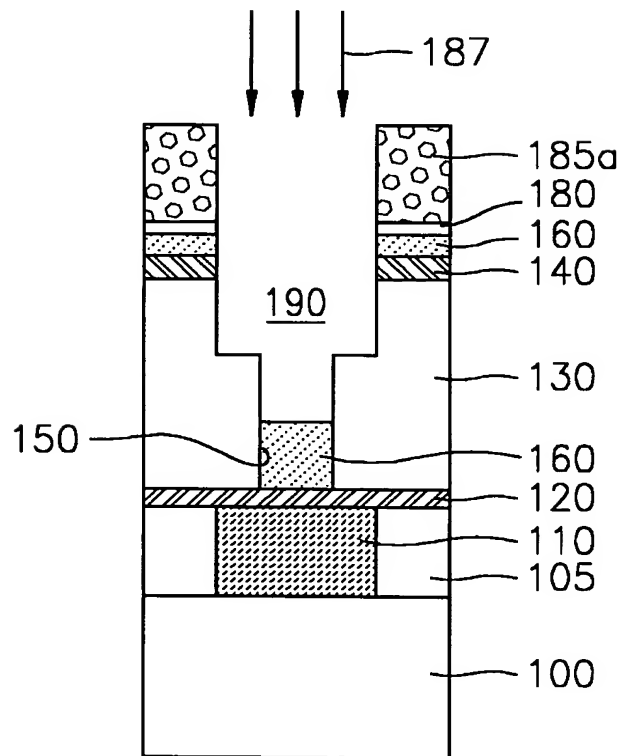


Fig. 1 is a cross-sectional view of a semiconductor device. The device includes a substrate 100, a gate stack 105, a gate electrode 110, a gate insulating layer 120, a channel layer 130, a source/drain layer 140, a source/drain contact layer 160, and a source/drain contact pad 180.

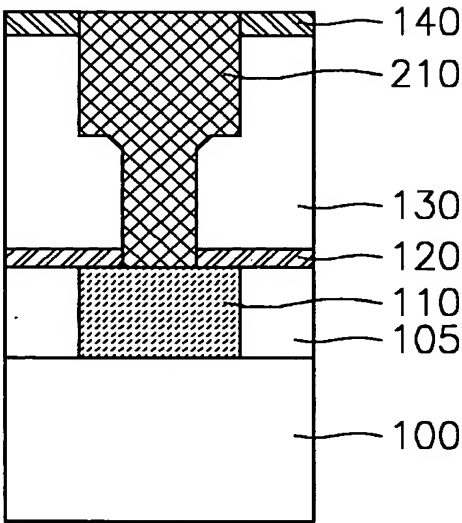
【도 9】



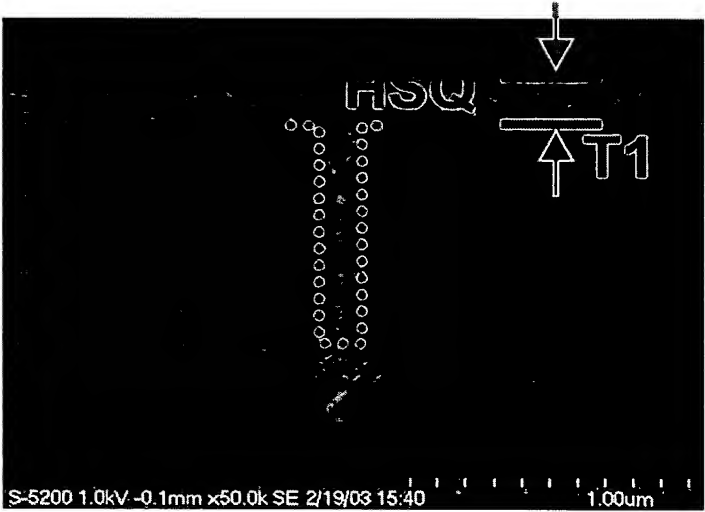
【도 10】



【도 13】

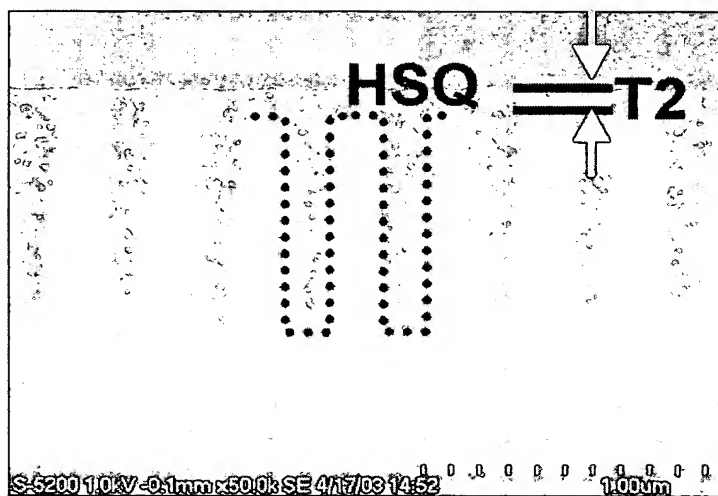


【도 14a】



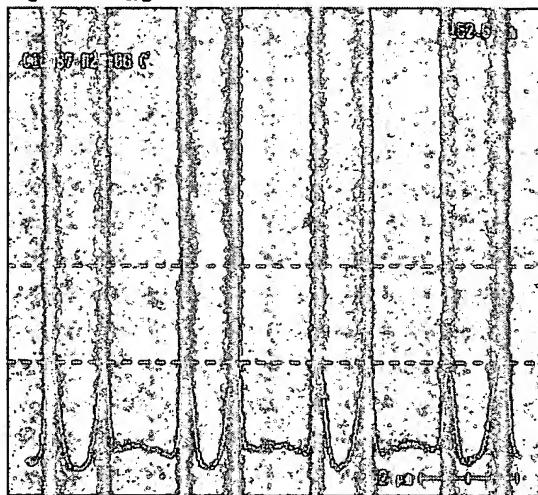
비아밀도가 낮은 영역

【도 14b】

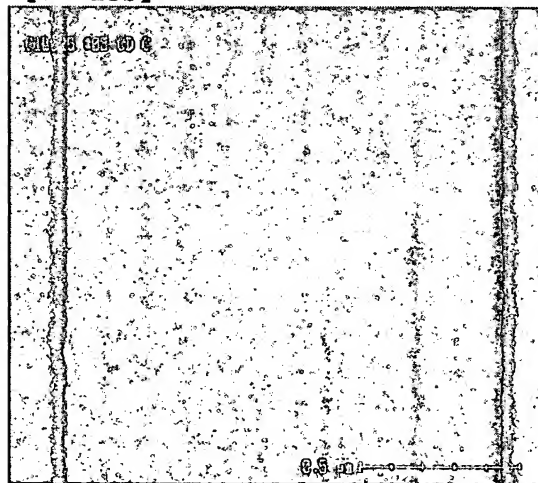


비아밀도가 높은 영역

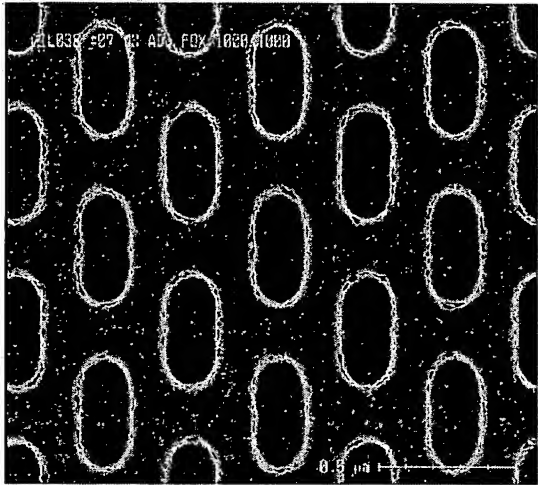
【도 15a】



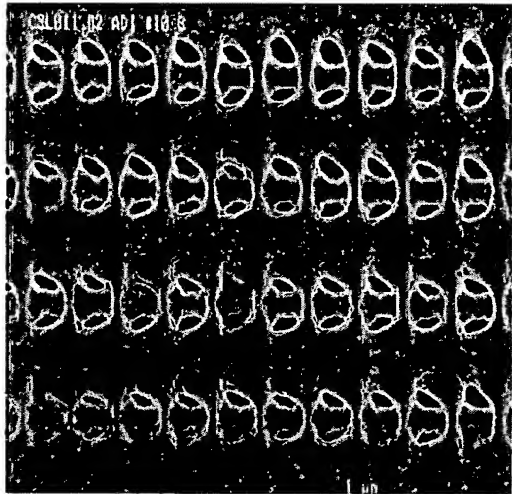
【도 15b】



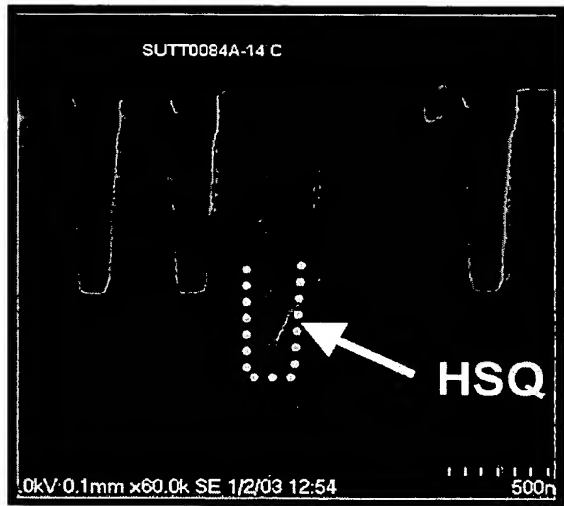
【도 16a】



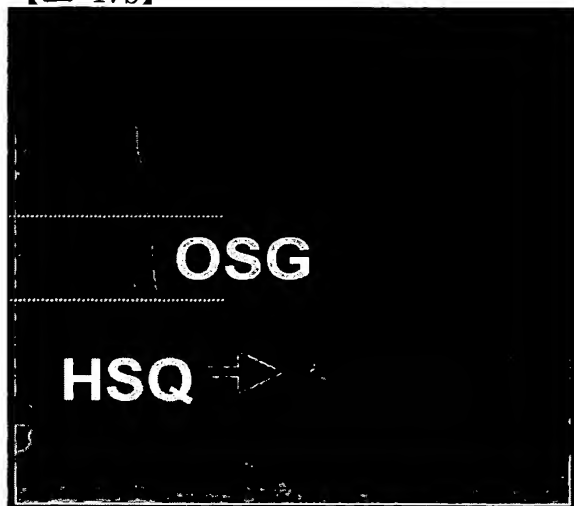
【도 16b】



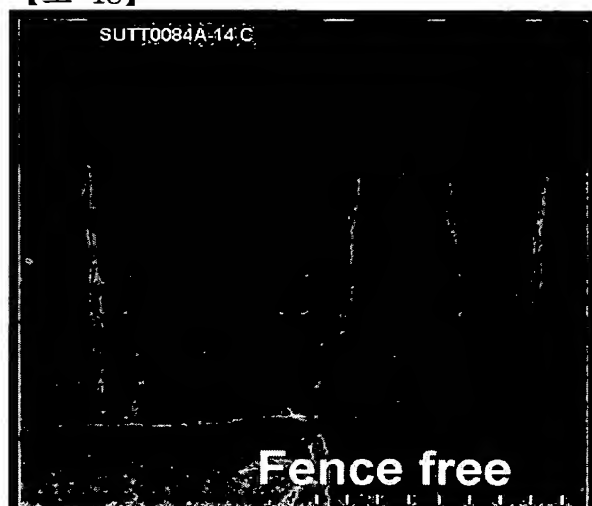
【도 17a】



【도 17b】



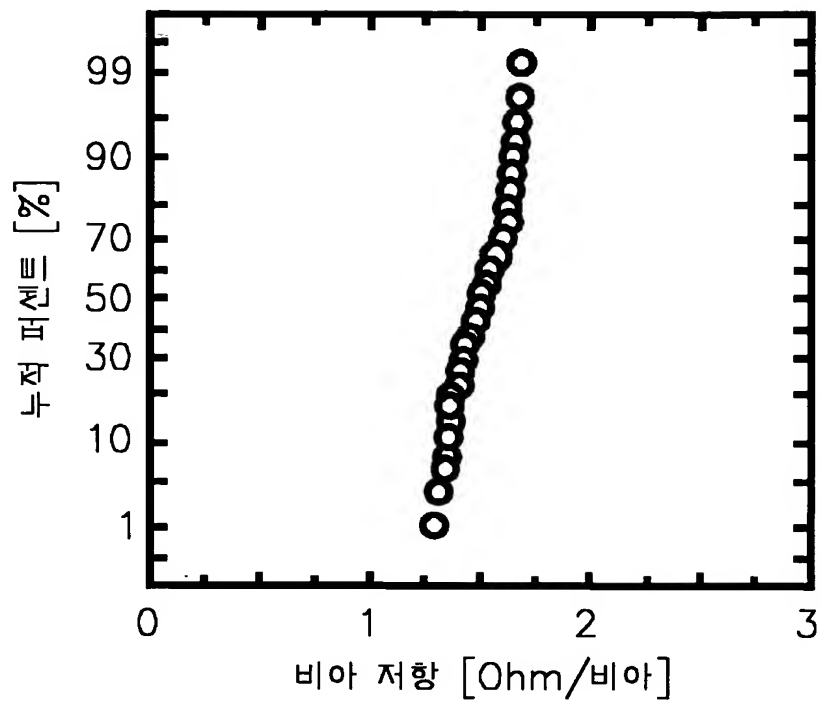
【도 18】



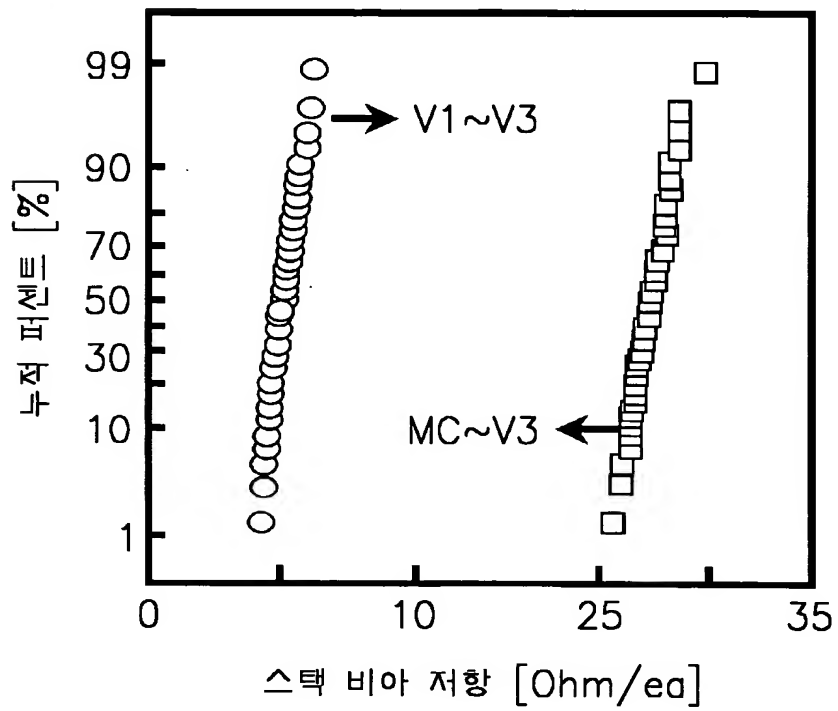
【도 19】



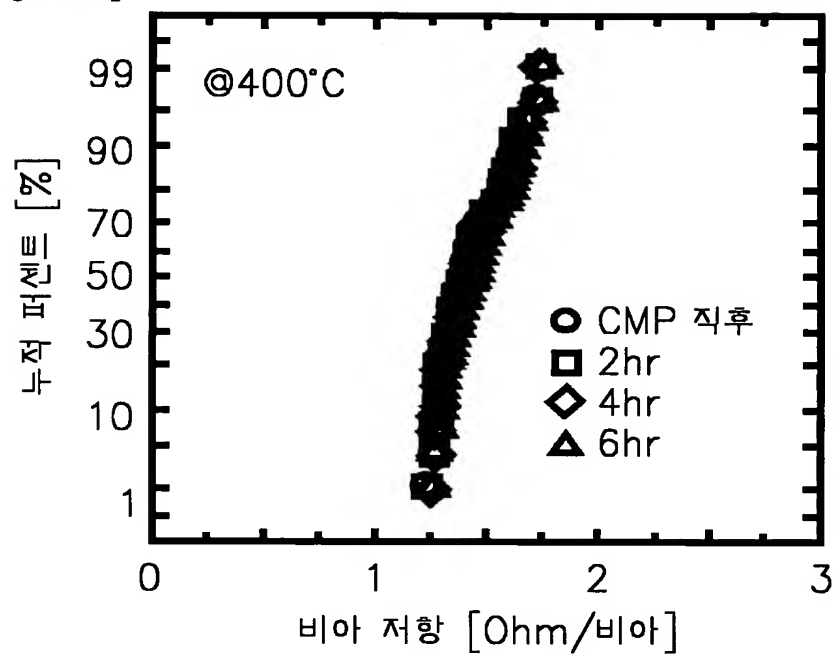
【도 20】



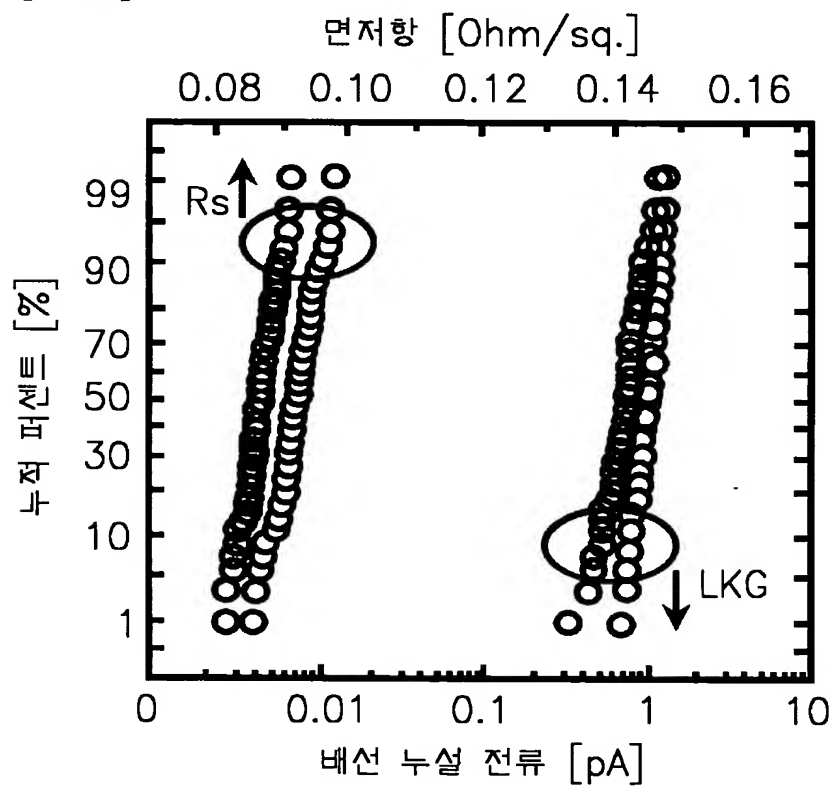
【도 21】



【도 22】



【도 23】



【도 24】

